



УДК 543.27.-8

## **ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКИСИ УГЛЕРОДА**

***И.А. Огородников, А.В. Можяев, А.Е. Резниченко***

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

В данной статье проведен обзор и сравнительная оценка приборов для определения концентрации окиси углерода. Даже низкое содержание окиси углерода в воздухе при вдыхании грозит человеку отравлением угарным газом. При это высоким считается уже концентрации приблизительно в 100 миллионных долей. Содержание угарного газа в воздухе в десятые доли процента приводит к тяжелому отравлению и смерти. Поэтому необходимо контролировать уровень содержания окиси углерода в воздухе на местах, в которых его выбросы высоки. Например, при работе любых устройств, использующих углеродные виды топлива. Поскольку даже незначительное превышение предельной допустимой концентрации угарного газа может начать вызывать необратимые процессы ухудшения здоровья людей, приборы для определения его концентрации должны обеспечивать быструю реакцию

**Ключевые слова:** окись углерода, газоанализатор, сравнение газоанализаторов, угарный газ

## **REVIEW AND COMPARATIVE EVALUATION OF DEVICES FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF CARBON OXIDE**

***I.A. Ogorodnikov, A.V. Mozhaev, A.E. Reznichenko***

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article provides an overview and comparative assessment of instruments for determining the concentration of carbon monoxide. Even low levels of carbon monoxide in the air, if inhaled, threaten a person with carbon monoxide poisoning. At this, a concentration of about 100 ppm is considered high. The content of carbon monoxide in the air in tenths of a percent leads to severe poisoning and death. Therefore, it is necessary to control the level of carbon monoxide in the air in places where its emissions are high. For example, when operating any devices using carbon fuels. Since even a slight excess of the maximum permissible concentration of carbon monoxide can begin to cause irreversible processes of deterioration of human health, devices for determining its concentration must provide a quick response

**Keywords:** carbon monoxide, gas analyzer, comparison of gas analyzers, carbon monoxide

Выпускаются следующие отечественные приборы для определения концентрации окиси углерода:

Газоанализатор типа АНКАТ-7631, газоанализатор типа ГИАМ-10-М1, газоаналитическая установка типа ГАУ-Д-М1, газоанализатор “ПАЛЛАДИЙ-3”.

Газоанализатор типа АНКАТ-7631 предназначен для непрерывного контроля содержания в производственном помещении окиси углерода (СО) и выдачи аварийной сигнализации при повышении ПДК измеряемого компонента. Применяется на горно-обогачительных комбинатах, газоперерабатывающих заводах, объектах нефте- и газодобычи, горводоканалах, химических производствах, предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности, экологических службах и организациях по охране труда.

Цифровая индикация с подсветкой в затемненных помещениях, звуковая сигнализация о критическом увеличении концентрации выше установленного предела, удобная и надежная фиксация у пояса или в кармане делают прибор незаменимым для производственного персонала в опасных условиях.



Тип газоанализатора переносный, принцип действия – электрохимический, способ забора пробы – диффузионный, режим работы – периодический, выполнен взрывозащищенным с маркировкой по взрывозащите согласно ГОСТ 12.2.020–76. Перечень модификаций газоанализатора с температурным диапазоном и порогом сигнализации приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень модификаций газоанализаторов**

Условное обозначение газоанализатора	Измеряемый компонент	Температурный диапазон, °С	Порог сигнализации мг/м <sup>3</sup>	Код ОКП: 421512
АНКАТ-7631-01	CO	–5...+45	20	8058
АНКАТ-7631-01Н	CO	–20...+45	20	8058
АНКАТ-7631-01Э	CO	–5...+45	20	8061
АНКАТ-7631-01НЭ	CO	–20...+45	20	8061

Технические данные:

- диапазон измерения окиси углерода 0...50 мг/м<sup>3</sup>;
- диапазон показаний 0...100 мг/м<sup>3</sup>;
- предел допустимой основной погрешности для газоанализаторов на:  $CO \Delta D = \pm(5 + 0,10 \text{ СВХ})$  мг/м<sup>3</sup>, где СВХ – концентрация измеряемого компонента;
- время прогрева не более 5 мин;
- предел допустимого интервала времени работы без корректировки показаний 8 ч;
- время работы без подзарядки аккумуляторной батареи не менее 24 ч;
- порог срабатывания сигнализации при уменьшении напряжения питания 7 В;
- предел допустимого времени установления показаний не более 60 с;
- уровень срабатывания порогового устройства АНКАТ-7631-01 (Н, Э, НЭ) (CO) (20±0,5) мг/м<sup>3</sup>;
- питание – от встроенной аккумуляторной батареи типа 7Д-0,125 напряжением 8,4 В;
- потребляемая мощность (без учета работы органов срабатывания сигнализации) не более 0,05 В·А;
- габаритные размеры не более 75×85×50 мм;
- масса не более 0,33 кг.

Газоанализатор типа ГИАМ-10-М1 предназначен для непрерывного контроля содержания одного из следующих компонентов: окиси углерода (CO) – ГИАМ-10-М1-01, ГИАМ-10-М1-02; окиси азота (NO) – ГИАМ-10-М1-03, ГИАМ-10-М1-04; двуокиси серы (SO<sub>2</sub>) – ГИАМ-10-М1-05, ГИАМ-10-М1-06 в газовых выбросах промышленных предприятий.

Контроль осуществляется путем измерения массовой концентрации CO, NO, SO<sub>2</sub> и выдачи информации в виде унифицированных выходных сигналов, пропорциональных анализируемым величинам.

Газоанализатор представляет собой стационарные автоматические установки. Для ГИАМ-10-М1-01, ГИАМ-10-М1-03, ГИАМ-10-М1-05 конструктивное исполнение стоечное, для остальных газоанализаторов – блочное.



По принципу действия газоанализаторы относятся к стационарным инфракрасным оптико-акустическим приборам.

Технические данные:

- диапазон измерений: для  $CO$  0...5 и 0...15 г/м<sup>3</sup>; для  $NO$  0...1 и 0...2 г/м<sup>3</sup>; для  $SO_2$  0...1 и 0...2, 0...2 и 0...5, 0...5 и 0...10, 0...10 и 0...20, 0...30 и 0...60 г/м<sup>3</sup>;
- пределы допустимой основной приведенной погрешности: для  $NO$   $\pm 10$  %; для  $CO$  и  $SO_2$   $\pm 8$  %;
- предел допустимого среднего квадратичного отклонения случайной составляющей основной приведенной погрешности от разности между пределами измерений 1,0 %;
- время прогрева не более 180 мин;
- время установления выходного сигнала: ГИАМ-10-М1-01, -03, -05 не более 300 с, ГИАМ-10-М1-02, -04, -06 32 с;
- диапазон рабочих температур 5...45°C;
- параметры анализируемой газовой смеси: ГИАМ-10-М1-01, -03, -05 температура 10...500°C, содержание влаги не более 240 г/м<sup>3</sup>, содержание пыли не более 100 г/м<sup>3</sup>, давление в месте отбора – 3,9...+4,4 кПа; ГИАМ-10-М1-02, -04, -06 температура 5...45°C, содержание влаги не более 0,5 г/м<sup>3</sup>, содержание пыли не более 10-3 г/м<sup>3</sup>;
- питание – от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц;
- потребляемая мощность: ГИАМ-10-М1-01, -03, -05 (без учета линии транспортирования, обогреваемой электрическими нагревательными элементами) 370 В·А; ГИАМ-10-М1-02, -04, -06 110 В·А;
- габаритные размеры: газоаналитического преобразователя 390×490×130 мм; пробоотборника 700×100×105 мм; шкафа газоанализатора 712×650×964 мм;
- масса: ГИАМ-10-М1-01, -03, -05 255 кг; ГИАМ-10-М1-02, -04, -06 35 кг.

Газоаналитическая установка ТИПА ГАУ-Д-М1 предназначена для непрерывного измерения окиси углерода, двуокиси углерода, водорода в подготовленной с нормированными параметрами сухой части пробы колосниковых газов доменного производства и выдачи в виде унифицированного сигнала, пропорционального измеряемой величине. Может работать в составе автоматизированной системы управления технологическими процессами черной металлургии.

Принцип действия установки основан на получении подготовленной по параметрам сухой части пробы колосниковых газов и определении в ней содержания окиси углерода, двуокиси углерода и водорода с помощью первичного измерительного преобразователя. В основу принципа действия положен оптико-абсорбционный метод, основанный на измерении поглощения энергии инфракрасного излучения анализируемым компонентом газовой смеси

Установка выполнена в двух унифицированных шкафах, в которых размещены устройство подготовки пробы и измерительная стойка (первичный измерительный преобразователь). Отбор пробы осуществляется пробоотборником. Отходящий из доменной печи колосниковый газ из технологического газохода поступает в пробоотборник, где проба газа предварительно очищается от крупнодисперсной пыли.



#### Технические данные

- диапазоны измерений компонентов газовой смеси:  $CO$  0...50% об. Доли,  $CO_2$  0...30% об. Доли,  $H_2$  0...20% об. Доли;
- предел допустимой основной приведенной погрешности по каждому каналу измерения  $\pm 2\%$  от диапазона измерений;
- выходной сигнал по каждому каналу измерения 0...5 и 4...20 мА (в зависимости от варианта исполнения);
- время прогрева установки не более 180 мин;
- питание – от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц;
- потребляемая мощность не более 450 В·А;
- температура анализируемой смеси на входе пробоотборника 50...500 °С;
- максимальная кратковременная (до 10 мин) температура 600 °С;
- давление смеси не более 0,3 МПа;
- состав смеси:  $CO$  0...50% об. Доли,  $CO_2$  0...30% об. Доли,  $H_2$  0...20% об. Доли,  $N_2$  0...100% об. Доли;
- содержание влаги в смеси не более 120 г/м<sup>3</sup>;
- содержание пыли не более 150 г/м<sup>3</sup>;
- максимальный размер пыли 2 мм;
- основная часть пыли 90...95% представлена частицами размером 0,5 мм;
- габаритные размеры: пробоотборника 317×245×1080 мм, устройства подготовки пробы 870×490×940 мм, измерительной стойки 870×490×940 мм, пульта ДУ 60×60×125 мм, баллонной стойки 530×584×721 мм.

Газоанализатор «ПАЛЛАДИЙ-3» предназначен для измерения концентрации окиси углерода в атмосфере и воздухе производственных помещений.

Газоанализатор предназначен для эксплуатации в условиях передвижной автолабораторий. Измерение содержания  $CO$  производится во время остановок.

Газоанализатор при контроле воздуха производственных помещений может эксплуатироваться при непрерывном режиме работы.

#### Технические данные

- газоанализатор имеет унифицированный выходной сигнал 0÷5 мА или 4÷20 мА по ГОСТ 26.011-80;
- сопротивление нагрузки аналогового выхода должно быть 0÷2,5 кОм для выходного токового сигнала 0÷5 мА или 0÷1 кОм для выходного токового сигнала 4÷20 мА;
- газоанализатор имеет световую, звуковую и электрическую сигнализацию о превышении концентрации измеряемого газа наперед заданного уровня в пределах от 20 до 50 мг/м<sup>3</sup>;
- газоанализатор имеет информационный двоичный цифровой десятиразрядный выход и сигнализацию о рабочем состоянии газоанализатора;
- напряжение питания 220 В переменного тока или 12 В постоянного тока;
- частота переменного тока (50±1) Гц;
- вибрация частотой 5÷80 Гц, амплитудой не более 0,15 мм;
- атмосферное давление в пределах от 84 до 106,7 кПа;
- температура окружающего воздуха от 5 до 45 °С;



- относительная влажность до 80% при температуре 35 °С;
- измерение пространственного положения от горизонтального на угол до 20° в любом направлении;
- длина линии анализируемого газа от точки отбора пробы до газоанализатора не более 5 м и диаметром не менее 4 мм;
- замена раствора электролита в электрохимической ячейке производится не ранее, чем через 3 месяца работы газоанализатора;
- мощность, потребляемая газоанализатором, не более 15 В·А;
- габаритные размеры не более 225×205×285 мм;
- масса газоанализатора не более 5 кг;
- полный средний срок службы газоанализатора 10 лет.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод о достоинствах и недостатках газоанализаторов.

Газоанализатор типа АНКАТ-7631:

достоинства – малые габаритные размеры и масса, малая потребляемая мощность;

недостатки – малая длительность работы в автономном режиме, несрабатывание сигнализации при разряженной аккумуляторной батарее (напряжении питания меньше 7 В).

Газоанализатор типа ГИАМ-10-М1:

достоинства – измерение концентрации как  $CO$ , так и  $NO$ ,  $SO_2$ , длительная работа в автономном режиме (14 суток), высокая температура газовой смеси (до 500 °С);

недостатки – большие габаритные размеры и масса, высокая потребляемая мощность, использование только в стационарном режиме.

Газоаналитическая установка типа ГАУ-Д-М1:

достоинства – малая погрешность измерения;

недостатки – обязательный подогрев газовой смеси, длительное время прогрева, большие габаритные размеры и масса, высокая потребляемая мощность.

Газоанализатор “ПАЛЛАДИЙ-3”:

достоинства – наличие световой, звуковой и электрической сигнализации о превышении концентрации, малое энергопотребление, двойное напряжение питания 220 В и 12 В, длительная работа в автономном режиме без подзарядки аккумулятора, наличие информационного двоичного цифрового десятиразрядного выхода и унифицированного токового выхода;

недостатки – малый срок службы электрохимической ячейки, устаревшая элементная база.

Таким образом, необходимо разработать анализатор окиси углерода с улучшенными метрологическими характеристиками, возможностью сопряжения с другими цифровыми и аналоговыми устройствами, малыми габаритными размерами, сниженным энергопотреблением и длительной работой в автономном режиме.